

## VAPOR PHASE GROWTH UNIT AND METHOD OF MANUFACTURING EPITAXIAL WAFER

**Publication number:** JP2003168650 (A)

**Publication date:** 2003-06-13

**Inventor(s):** YAGI SHINICHIRO; YAMADA TORU

**Applicant(s):** SHINETSU HANDOTAI KK; NAGANO ELECTRONICS IND

**Classification:**

- international: C30B29/06; C23C16/455; H01L21/205; C30B29/06; C23C16/455; H01L21/02; (IPC1-7): H01L21/205; C23C16/455; C30B29/06

- European:

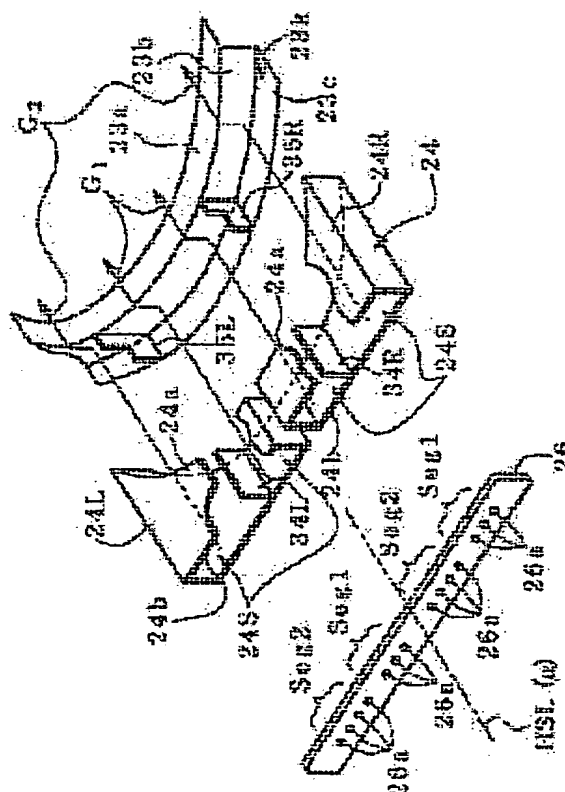
**Application number:** JP20010366537 20011130

**Priority number(s):** JP20010366537 20011130

### Abstract of JP 2003168650 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a vapor phase growth unit that can secure an excellent film thickness distribution by means of a relatively simple constitution, and to provide a method of manufacturing epitaxial wafer using the system. ;

**SOLUTION:** The vapor phase growth unit 1 is constituted as a single-wafer vapor phase growth unit. Source gas G is introduced into the body 2 of a reaction chamber 2 from a gas inlet port 21. A bank member 23 is arranged around a susceptor 12 and the source gas G from the port 21 flows along the main surface of a single-crystal silicon substrate W placed on the susceptor 12 after the gas G comes into collision with the outer peripheral surface 23b of the bank member 23 and runs on the top face 23a of the member 23. Between the gas inlet port 21 and member 23, a plate-shaped baffle 26 is arranged. In the baffle 26, gas communicating holes 26a are formed so that the holes 26a become asymmetrical to each other with respect to a reference plane ([alpha]) which divides the vapor phase growth unit 1 into two equal parts in the lateral direction. ;  
COPYRIGHT: (C)2003,JPO



\* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is a vapor phase growth system to which a main table side of a silicon single crystal substrate is made to carry out vapor phase epitaxy of the silicon single crystal film, It has the main part of a reaction vessel by which a gas inlet was formed in the first end side which can be set horizontally, and gas exhaust was similarly formed in the second end side, Material gas for silicon single crystal film formation is introduced in said main part of a reaction vessel from said gas inlet, After said material gas flows into an abbreviated level in a building envelope of this main part of a reaction vessel along said main table side of said silicon single crystal substrate by which rotation maintenance is carried out, While said silicon single crystal substrate is arranged on a disc-like susceptor which it is constituted so that it may be discharged from said gas exhaust, and is rotated in said building envelope and surrounding said susceptor, Bank material is arranged in physical relationship whose upper surface corresponds with the upper surface of this susceptor, The opening of said gas inlet is carried out in a form which counters a peripheral face of said bank material, In a vapor phase growth system constituted so that it might flow along a main table side of said silicon single crystal substrate on said susceptor after said material gas from this gas inlet hit a peripheral face of said bank material and ran aground to the upper surface side, A virtual center line along a flow direction of said material gas which intersects perpendicularly with axis of rotation of said susceptor from said first end of said main part of a reaction vessel, and results in said second end is made into a horizontal center line, When a direction which intersects perpendicularly with both sides of this horizontal center line and said axis of rotation is made into the cross direction and a flat surface vertical to said cross direction is further defined as a base plane including said horizontal center line, A vapor phase growth system, wherein a baffle with which a gas stream through-hole was formed is arranged between said gas inlet and said bank material and a formation gestalt of said gas stream through-hole is made unsymmetrical about said base plane.

[Claim 2] Have said baffle and a tabular gestalt said gas stream through-hole, It is formed in said baffle so that more than one may be located in right and left of said base plane every,

respectively, The vapor phase growth system according to claim 1 currently adjusting so that the total area which said gas stream through-hole in a section vertical to a board thickness direction of said baffle occupies may become equal by right and left of said base plane.

[Claim 3]Have said baffle and a tabular gestalt said gas stream through-hole, Every to right and left of said base plane, respectively When it is formed in said baffle so that it may be located, and a virtual gestalt which becomes symmetrical about said base plane is further made into a reference position of said gas stream through-hole, [ two or more ] The vapor phase growth system according to claim 1 or 2, wherein said gas stream through-hole is formed in a position shifted from said reference position crosswise [ said ] on the whole in either right or left of said base plane.

[Claim 4]While said gas stream through-hole is formed so that it may become the same number by right and left of said base plane, The vapor phase growth system according to claim 1 or 2 constituting so that two or more kinds of gas stream through-hole segments may be set up as a set gestalt of two or more of said gas stream through-holes and arrangement of these gas stream through-hole segment may become unsymmetrical about said base plane.

[Claim 5]In either right or left of said base plane, so that said furthest gas stream through-hole segment from said base plane may turn into said nearest gas stream through-hole segment from said base plane, The vapor phase growth system according to claim 4 constituting so that a formation gestalt of said gas stream through-hole may become symmetrical about said base plane when arrangement of said gas stream through-hole segment is reversed.

[Claim 6]A gas guidance member which turns said material gas from said gas inlet to said bank material, and draws it between said gas inlet and said bank material, A vapor phase growth system given in any 1 paragraph of claims 1 thru/or 5 arranging between said gas inlet and said bank material in a form distributed to right and left to said horizontal center line in said cross direction.

[Claim 7]Said silicon single crystal substrate is arranged in said reaction vessel of a vapor phase growth system given in any 1 paragraph of claims 1 thru/or 6, A manufacturing method of an epitaxial wafer obtaining an epitaxial wafer by circulating said material gas in this reaction vessel, and carrying out vapor phase epitaxial growth of said silicon single crystal film on said silicon single crystal substrate.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the vapor phase growth system for making the main table side of a silicon single crystal substrate carry out vapor phase epitaxy of the silicon single crystal film, and the manufacturing method of the epitaxial wafer realized using it.

[0002]

[Description of the Prior Art]The silicon epitaxial wafer which formed the silicon single crystal film (it is only hereafter called a "thin film" for short) in the main table side of a silicon single crystal substrate (it is only hereafter called a "substrate" for short) with vapor phase growth is widely used for electron devices, such as a bipolar IC and MOS-IC. And in connection with the minuteness making of an electron device, etc., the demand to the flatness of the epitaxial wafer main table side which makes an element and is crowded is becoming increasingly severe. As a factor which has on flatness, there are display flatness of a substrate and thickness distribution of a thin film. By the way, it replaces with the way recent years, for example, a diameter, carry out batch processing of two or more wafers in manufacture of the epitaxial wafer beyond 200 mm thru/or it, and a single-wafer-processing vapor phase growth system is becoming in use. This carries out rotation maintenance of the one substrate horizontally into a reaction vessel, and it carries out vapor phase epitaxy of the thin film, supplying material gas to the abbreviated level and one way from one end of a reaction vessel to the other end.

[0003]In the above single-wafer-processing vapor phase growth systems, when attaining thickness equalization of the thin film formed, there is the flow of material gas or flow distribution in a reaction vessel as an important factor. In the single-wafer-processing vapor phase growth system, after material gas is usually supplied from the gas inlet formed in the end part of a reaction vessel via the gas supply line and material gas flows along a substrate face, it has structure discharged from the outlet by the side of the container other end. In the vapor phase growth system of such a structure, in order to reduce flow

nonuniformity, the device which formed the distributor which formed many holes in the downstream of a gas inlet conventionally, or provided the divider plate into which a gas stream is divided crosswise is proposed.

[0004]To JP,7-193015,A, the material gas from a gas inlet is passed towards the peripheral face of the bank material arranged around the susceptor which supports a substrate, and the device which supplies material gas to the surface of the substrate W in the form where bank material is made to be overcome is indicated. The main point of this method will make it distribute by applying a material gas style to the peripheral face of bank material, and will cancel the nonuniformity of a flow.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]In the case of the device of said JP,7-193015,A, the material gas which hit the peripheral face of bank material becomes a form which produces the flow which is going to overcome bank material, and the flow which tries to go to a transverse direction along a peripheral face. In this case, it is important when that material gas distributes uniformly along \*\*\*\*\* and by extension, the above-mentioned cross direction of bank material cancels flow nonuniformity by the flow of that transverse direction. However, depending on the outer peripheral surface shape of bank material, material gas may not necessarily distribute uniformly crosswise, but a bias may be produced with a flow. The gas G by which especially near [ in / as shown in drawing 8, when the shape of the peripheral face 23b of bank material is cylinder surface state / the cross direction WL ] both ends hit since the peripheral face 23b inclined greatly escapes easily outside, and flow nonuniformity \*\*\*\*\* has a problem which is easy to produce the unevenness of thickness. Since the peripheral face 23b of cylinder surface state is symmetrical in the cross direction WL, it serves as distribution also with symmetrical flow distribution of the gas stream produced in this easily. therefore -- as opposed to the axis of rotation O of the substrate W -- right and left -- it becomes easy to produce flow nonuniformity with the same tendency as the same position, and the influence of flow nonuniformity on either side laps, and it becomes easy to be connected unusually [ big thickness ] in the specific position of the radial direction of the rotating substrate W.

[0006]There is a technical problem of this invention in providing the vapor phase growth system which can reduce effectively the influence of the flow distribution of the cross direction in a reaction vessel with a comparatively simple mechanism, and can secure good thickness distribution accuracy by extension, and the manufacturing method of the epitaxial wafer using it.

[0007]

[Means for Solving the Problem and its Function and Effect]In order for this invention to be a vapor phase growth system to which a main table side of a silicon single crystal substrate is made to carry out vapor phase epitaxy of the silicon single crystal film and to solve the above-mentioned technical problem, It has the main part of a reaction vessel by which a gas inlet was formed in the first end side which can be set horizontally, and gas exhaust

was similarly formed in the second end side, Material gas for silicon single crystal film formation is introduced in a main part of a reaction vessel from said gas inlet, After material gas flows into an abbreviated level in a building envelope of this main part of a reaction vessel along a main table side of a silicon single crystal substrate by which rotation maintenance is carried out, While a silicon single crystal substrate is arranged on a disc-like susceptor which it is constituted so that it may be discharged from gas exhaust, and is rotated in a building envelope and surrounding a susceptor, Bank material is arranged in physical relationship whose upper surface corresponds with the upper surface of this susceptor, Carry out the opening of the gas inlet in a form which counters a peripheral face of bank material, and material gas from this gas inlet, In a vapor phase growth system constituted so that it might flow along a main table side of a silicon single crystal substrate on a susceptor after hitting a peripheral face of bank material and running aground to the upper surface side, A virtual center line along a flow direction of material gas which intersects perpendicularly with axis of rotation of a susceptor from the first end of a main part of a reaction vessel, and results in the second end is made into a horizontal center line, When a direction which intersects perpendicularly with both sides of this horizontal center line and axis of rotation is made into the cross direction and a vertical flat surface is further defined crosswise as a base plane including a horizontal center line, between a gas inlet and bank material, A baffle with which a gas stream through-hole was formed is arranged, and a formation gestalt of a gas stream through-hole is made unsymmetrical about a base plane.

[0008]A manufacturing method of an epitaxial wafer of this invention, An epitaxial wafer is obtained by arranging a silicon single crystal substrate in a reaction vessel of the above-mentioned vapor phase growth system, circulating material gas in this reaction vessel, and carrying out vapor phase epitaxial growth of the silicon single crystal film on a silicon single crystal substrate.

[0009]In the conventional vapor phase growth system, it was a specific position of a radial direction of the rotating substrate W, and influence of flow nonuniformity on either side laps, and it was easy to be connected unusually [ big thickness ]. Then, when changing how to flow through material gas by right and left of bank material which encloses a susceptor, this invention persons think that flow nonuniformity will deny and suit by right and left of a susceptor to rotate, and came to complete this invention. Concretely, in a vapor phase growth system of this invention, in order to control a flow of material gas, a gas stream through-hole formed in a baffle arranged between a gas inlet and bank material is adjusted so that it may become right-and-left asymmetry.

[0010]By the above-mentioned composition, gas mass flow distribution on either side can be made unsymmetrical about a base plane. That is, even though there is a phenomenon in which material gas is unevenly distributed on a wafer, or a phenomenon in which the rates of flow differ, fault that right and left of a base plane show an identical trend is extinguished. Since a wafer in a process is rotating, if flow nonuniformity of an identical

trend has not arisen in right and left of a base plane, it stops producing big abnormalities in thickness based on flow nonuniformity on either side lapping. Not only it but an effect that flow nonuniformity on either side offsets each other mutually, and suits is expectable. Therefore, a thin film of more uniform thickness distribution can be obtained.

[0011]About "base plane, concretely [ right-and-left asymmetry" ] A thing of shape of the number of gas stream through-holes, and a gas stream through-hole, and a size of a gas stream through-hole for which either is changed by one side of a base plane, and the other side at least, Or even if they are the same, when a base plane is made into a reflection plane, it means not becoming reflectional symmetry. However, a gap of an error produced after a design, for example, an about 1-2-mm position, and a minute difference of shape of a gas stream through-hole or a size shall not be included while it is unsymmetrical. It does not necessarily mean [ "bank material is arranged in physical relationship whose upper surface corresponds with the upper surface of a susceptor", and ] that the upper surface of bank material and the upper surface of a susceptor are thoroughly in agreement, but it is considered that a difference in a position up to about 2 mm is in agreement.

[0012]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, an embodiment of the invention is described based on an attached drawing. Drawing 1 - drawing 4 show typically an example of the vapor phase growth system 1 concerning this invention. Drawing 1 is an exploded perspective view which the side sectional view and drawing 2 turn off the enlarged drawing near the material gas induction of drawing 1, drawing 3 cuts the top view of the vapor phase growth system 1 of drawing 1, and drawing 4 cuts a part of important section of the vapor phase growth system 1 of drawing 1, and is lacked and shown. This vapor phase growth system 1 has the main part 2 of a reaction vessel by which the gas inlet 21 was formed in the first end 31 side which can be set horizontally, and the gas exhaust 36 was similarly formed in the second end 32 side, as shown in drawing 1. Material gas G for thin film forming is introduced in the main part 2 of a reaction vessel from the gas inlet 21, and after flowing into the abbreviated level along the main table side of the substrate W by which rotation maintenance is carried out in the building envelope 5 of this main part 2 of a reaction vessel, it is constituted so that it may be discharged through the exhaust pipe 7 from the gas exhaust 36.

[0013]Material gas G is for carrying out vapor phase epitaxy of the silicon single crystal film on the above-mentioned substrate W, and is chosen from silicon compounds, such as  $\text{SiHCl}_3$ ,  $\text{SiCl}_4$ ,  $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ , and  $\text{SiH}_4$ .  $\text{B}_2\text{H}_6$  or  $\text{PH}_3$  as DOPANDOGASU,  $\text{H}_2$  as dilution gas,  $\text{N}_2$ , Ar, etc. are suitably blended with material gas G. When performing substrate pretreatment (for example, solvent wiping removal of a natural oxidation film or an adhesion organic matter) in advance of vapor-phase-epitaxy processing of a thin film, The gas for pretreatment which diluted with dilution gas the corrosive gas suitably chosen from HCl, HF,  $\text{ClF}_3$ ,  $\text{NF}_3$ , etc. is supplied in the main part 2 of a reaction vessel, or high temperature

heat treatment is performed in  $H_2$  atmosphere.

[0014]As shown in drawing 1, in the building envelope 5 of the main part 2 of a reaction vessel. The disc-like susceptor 12 rotated by the motor 13 around the vertical axis of rotation O is arranged, and the one substrate W for manufacturing a silicon epitaxial wafer in the spot facing 12b formed in the upper surface is arranged. That is, this vapor phase growth system 1 is constituted as a single-wafer-processing vapor phase growth system. The diameter of the substrate W is 100 mm or a thing beyond it, for example. Corresponding to the arrangement area of the substrate W, the infrared heat lamp 11 for substrate heating is arranged with the prescribed interval at the upper and lower sides of the package body 2.

[0015]In the building envelope 5, the bank material 23 is arranged so that the susceptor 12 may be surrounded, as shown in drawing 3. As shown in drawing 2, the bank material 23 is arranged in the physical relationship in which the upper surface 23a abbreviated-corresponds with the upper surface 12a (as a result, main table side of the substrate W) of the susceptor 12. As shown in drawing 1, are carrying out the opening of the gas inlet 21 in the form which counters the peripheral face 23b of the bank material 23, and material gas G from this gas inlet 21, As shown in drawing 2 or drawing 4, after hitting the peripheral face 23b of the bank material 23 and running aground to the upper surface 23a side, it flows along the main table side of the substrate W on the susceptor 12. According to this embodiment, the peripheral face 23b of the bank material 23 is made into the cylinder surface state corresponding to the shape of the susceptor 12. The upper surface 12a of the susceptor 12 which the preheating ring 22 for soaks formed in tabular is arranged along the internal circumference edge of the bank material 23, and is arranged at the inside is the upper surface 22a (refer to drawing 2) of this preheating ring 22, and an approximately same side.

[0016]In the vapor phase growth system 1 of this embodiment, the virtual center line along the flow direction of material gas G which intersects perpendicularly with the axis of rotation O of the susceptor 12 from the first end 31 of the main part 2 of a reaction vessel, and results in the second end 32 is set to horizontal-center-line HSL. And let the direction which intersects perpendicularly with both sides with the axis of rotation O of horizontal-center-line HSL and the susceptor 12 be the cross direction WL. A flat surface vertical to the cross direction WL is defined as the base plane alpha including horizontal-center-line HSL. That is, drawing 1 and drawing 2 show the sectional view of the vapor phase growth system 1 in the base plane alpha.

[0017]Now, as shown in drawing 3, the baffle 26 with which the gas stream through-hole 26a used as the distribution channel of material gas G was formed between the gas inlets 21A and 21B and the bank material 23 is arranged. The gas stream through-hole 26a is formed so that the cylindrical shape of the diameter of constant penetrated to the flow direction of material gas G may be made and it may become right-and-left asymmetry about the base plane alpha (refer to drawing 4). Since G is comparatively heavy gas,



material gas has a limit also in making it distribute uniformly. Then, even if it dares to change flow distribution of material gas G by the right and left of the base plane alpha and flow nonuniformity arises, becoming an identical trend by the right and left of the base plane alpha only avoids. Since rotation support is carried out by the susceptor 12, the substrate W under epitaxial growth stops then, producing the big abnormalities in thickness based on flow nonuniformity on either side lapping.

[0018]As shown in drawing 4, the baffle 26 has a tabular gestalt, and the gas stream through-hole 26a is formed in the baffle 26 so that more than one may be located in the right and left of the base plane alpha every, respectively. According to this embodiment, the long sheet member made from quartz of one sheet arranged so that the base plane alpha may be straddled is adopted as the baffle 26. However, it is also possible to arrange as two or more copy material individually corresponding to each of the gas inlets 21A and 21B established in the right and left of the base plane alpha.

[0019]The total area which the gas stream through-hole 26a in a section vertical to the board thickness direction of the baffle 26 occupies is adjusted so that it may become equal by the right and left of the base plane alpha. If the total area of the gas stream through-hole 26a is changed, the necessity of adjusting the flow of material gas G arises, and it is troublesome. Therefore, as for the total area of the gas stream through-hole 26a, it is desirable to determine that it becomes the same for the left and the right, and to design only on other requirements. Below, the example is shown.

[0020]Drawing 5 is a mimetic diagram explaining the formation gestalt of the gas stream through-hole 26a in the baffle 26. In the baffle 26, while being formed so that the gas stream through-hole 26a may serve as the same number by the right and left of the base plane alpha, gas stream through-hole segment Seg1 and two or more kinds of Seg2 are set up as a set gestalt of two or more gas stream through-holes 26a. In the conventional example in drawing 5, it is set up so that gas stream through-hole segment Seg1 shown by the meeting of the three gas stream through-holes 26a and gas stream through-hole segment Seg2 which are shown by the meeting of the four gas stream through-holes 26a may become symmetrical at the right and left of the base plane alpha.

[0021]On the other hand, it comprises this example so that the arrangement of these gas stream through-hole segment Seg1 and Seg2 may become unsymmetrical about the base plane alpha. That is, in one side of the base plane alpha, it is constituted so that gas stream through-hole segment Seg1 and a far side may be set to gas stream through-hole segment Seg2 at the side near the base plane alpha. In the side of another side, it is the reverse. Thus, gas stream through-hole segment Seg1 and Seg2 are beforehand set up as a settlement of the gas stream through-hole 26a, and the formation gestalt of the gas stream through-hole 26a can be made unsymmetrical by arrangement change of gas stream through-hole segment Seg1 and Seg2. And if it is made such, a design and processing are also easy and the flow of material gas G can be effectively made into right-and-left asymmetry.

[0022]In this embodiment, although the gas stream through-hole segment was provided in two kinds (Seg1, Seg2), it is not necessarily limited to this and can also define three or more kinds of gas stream through-hole segments. Therefore, in either right or left of the base plane alpha, so that the furthest gas stream through-hole segment from the base plane alpha may turn into the nearest gas stream through-hole segment from the base plane alpha, When the arrangement of a gas stream through-hole segment is reversed, it is good to constitute so that the formation gestalt of the gas stream through-hole 26a may become symmetrical about the base plane alpha. That is, it designs change the state where the position of the gas stream through-hole 26a becomes symmetrical to the base plane alpha, and 2 in the state of becoming unsymmetrical states, in an instant by easy reversal operation. If it becomes as the row of a gas stream through-hole segment is reversed from a symmetrical state, a design is very easy and the effect which makes the flow of material gas G right-and-left asymmetry can also fully be expected.

[0023]For example, as shown in drawing 6, the baffle 26 is not formed with one long board, The arrangement predetermined position of the baffle 26 in the vapor phase growth system 1 is divided into two or more partitions, and it may be made to arrange removable individually in the partial baffles 261,262,261 and 262 in the form corresponding to each partition. If it does in this way, the position of the gas stream through-hole 26a can be easily changed only by exchange of partial baffles. This partition is good to make it correspond to arrangement of the gas inlet 21, and to provide, and good in this example to divide into four places like drawing 6.

[0024]Next, another gestalt of the baffle 26 is shown in drawing 7. Drawing 7 (a) is the conventional example in which the gas stream through-hole 26a was symmetrically formed about the base plane alpha. First, in the gestalt of drawing 7 (b), the gas stream through-hole 26a which is in one side bordering on the base plane alpha serves as a form which moved in the direction which separates from the base plane alpha on the whole from the symmetrical state shown in drawing 7 (a). That is, when the virtual gestalt which becomes symmetrical about the base plane alpha is made into reference position 26a' of each gas stream through-hole 26a, in either right or left of the base plane alpha, the gas stream through-hole 26a is formed in the position shifted from reference position 26a' crosswise [ WL ] on the whole. Since it is exactly using right-and-left asymmetry when this example's also leaves the number and shape of the gas stream through-hole 26a as it is and shifts a position, the same effect as this embodiment shown in drawing 5 is acquired.

[0025]In the gestalt of drawing 7 (c) shown below, if the base plane alpha is separated, the gas stream through-hole 26a of one side is turned to the other side and parallel translation is made to carry out crosswise [ WL ] as it is, it is adjusted so that it may be in agreement with the gas stream through-hole 26a of the other side in general. If it says simply, the number and shape of the gas stream through-hole 26a will be left as it is, and will be made into right-and-left asymmetry by shifting a position. This gestalt is notionally included in this example shown in drawing 5.

[0026]Next, what is shown in drawing 5 (d) is example of another which changed the number of gas introduction holes by the right and left of the base plane alpha. That is, it is divided into the side constituted from the small-diameter gas stream through-hole 26a by the gas stream through-hole 26b of a larger diameter the side constituted by the small-diameter gas stream through-hole 26a bordering on the base plane alpha. What is shown in drawing 5 (e) is example of another which changed the shape of the gas introduction hole by the right and left of the base plane alpha. That is, it is divided into the side constituted by the gas stream through-hole 26c which has rectangular pipe shape the side constituted by the gas stream through-hole 26a which has cylindrical shape bordering on the base plane alpha. However, also in which example of another, as mentioned above, the total area of the gas stream through-hole is adjusted so that it may become equal the left and on the right of the base plane alpha.

[0027]Now, as shown in drawing 1, drawing 3, and drawing 4, with the vapor phase growth system 1 of this embodiment, the gas guidance member 24 by which the gas guiding space 24S was formed in the inside is arranged between the gas inlet 21 and the bank material 23, at the same time the baffle 26 is arranged as mentioned above. As shown in drawing 3, specifically, one pair of gas guidance members 24R and 24L which turn material gas G to the peripheral face 23b of the bank material 23, and draw it are arranged between the gas inlet 21 and the bank material 23 in the form distributed to right and left to horizontal-center-line HSL in the cross direction WL. Therefore, the baffle 26 will be arranged between the gas guidance members 24R and 24L and the gas inlets 21A and 21B. Since the distribution channel of material gas G is separate by the right and left of the base plane alpha, it has structure which will not be mutually buffered by the time material gas G which passed the baffle 26 reaches the bank material 23.

[0028]The gas guidance member side divider plates 34R and 34L are arranged at each of the gas guiding space 24S and 24S formed inside the gas guidance members 24R and 24L. In the mimetic diagram of the baffle 26 shown in drawing 5 and drawing 7, the dashed line parts 34R and 34L express the above-mentioned gas guidance member side divider plates 34R and 34L. That is, each of gas stream through-hole segment Seg1 shown in drawing 5 and Seg2 serves as a form corresponding to the gas guiding space 24S and 24S. In the case of the gestalt shown in drawing 6, in the cross direction WL, the above-mentioned gas guidance member side divider plates 34R and 34L are exactly located in the boundary of the partial baffle 261,262. The position is adjusted so that it may interfere in no gas stream through-holes 26a, 26b, and 26c provided in the baffle 26 with the above-mentioned gas guidance member side divider plates 34R and 34L.

[0029]While the material gas G1 from the gas inlets 21A and 21B and G2 are drawn towards the peripheral face 23b of the bank material 23 through this gas guiding space 24S, the gas guidance member side divider plates 34R and 34L serve as a form provided in this gas guidance member 24. As shown in drawing 4, the gas guidance member 24 is a cylinder member made from quartz which has an oblong-like section which carries out an

opening to the gas inlet 21 and bank material 23 side, respectively, The gas guidance member side divider plates 34R and 34L are arranged in the form where the upper bed side and lower end surface of the surface plate 24b and the bottom plate 24a which have been arranged almost in parallel mutually are welded respectively, or the form by which point support is carried out. It can respond easily by exchange of the gas guidance member 24 by arranging the gas guidance member 24 with which the gas guidance member side divider plates 34R and 34L were united removable to the main part 2 of a reaction vessel to change the position of the gas guidance member side divider plates 34R and 34L, for example.

[0030]Next, the opposed face with the peripheral face 23b of the bank material 23 of the gas guidance members 24R and 24L is formed in the cylinder surface state corresponding to this peripheral face 23b. In the cross direction WL, the spacer 33 for positioning is formed in one to the package body part 2 among the gas guidance members 24R and 24L on either side. The spacer for this positioning can also be regarded as functioning as a kind of diaphragm. As shown in drawing 3, between the bank material 23 and the gas exhaust 36, the discharge side gas guidance member 25 is arranged.

[0031]As shown in drawing 3, it corresponds to each of the right-hand side gas guidance member side divider plate 34R and the left-hand side gas guidance member side divider plate 34L individually, and the gas inlets 21A and 21B are formed. Specifically, material gas G is led to the building envelope 5 of the main part 2 of a reaction vessel from each gas inlets 21A and 21B through the gas piping 50. The gas piping 50 branches to the inside piping 53 which supplies gas to the inner area in the cross direction WL, and the outer piping 51 which similarly supplies gas to an outside area, and enables it to control the flow of material gas G by this embodiment independently with the massflow controllers (MFC) 52 and 54 respectively. Here, a hand valve may be used instead of MFC 52 and 54. The inside piping 53 and the outer piping 51 are further divided into the branch piping 56 and 56 and the branch piping 55 and 55, respectively, and are carrying out the opening of the inside gas inlets 21A and 21A and the outside gas inlets 21B and 21B to both sides to horizontal-center-line HSL, respectively.

[0032]As shown in drawing 3, the bank material side divider plates 35R and 35L which divide the flow of material gas G into the peripheral face 23b of the bank material 23 with the form symmetrically distributed to horizontal-center-line HSL two or more [ in the cross direction WL ] are arranged. When material gas  $G_1$  and  $G_2$  run aground on the upper surface 23a of the bank material 23, they escape easily crosswise [ WL ]. Then, it has succeeded in preparing moderately the direction into which material gas  $G_1$  and  $G_2$  flow by forming the bank material side divider plates 35R and 35L with the gas guidance member side divider plates 34R and 34L mentioned above. According to this embodiment, the bank material side divider plates 35R and 35L are respectively arranged one place at a time about horizontal-center-line HSL at right and left in the cross direction WL.

[0033]In this embodiment, as shown in drawing 4, the notch 23k of the arch is formed by cutting and lacking the outer periphery part of the upper surface 23a of the bank material 23 in a concave in the opposite section with the gas guidance member 24. As shown in drawing 1, the main part 2 of a reaction vessel consists of the lower casing 3 and the upper housing 4, and the bank material 23 is arranged along the inner skin of the lower casing 3. As shown in drawing 2, the bottom 23c of the notch 23k serves as a form which is abbreviated-in agreement with extension of the inner surface of the bottom plate 24b of the gas guidance member 24, and plays the role of a gas slideway. And material gas G hits the side 23b of the notch 23k, and runs aground on the upper surface 23a. To the upper housing 4, for a start which counters the upper surface 23a of the bank material 23 The field 4a, The gas passageway 51 which has the step 4d which counters the side 23b of the notch 23k, which counters the bottom 23c as well as 4b the second page, and which has page [ third ] 4c, and has a crank form section between the notches 23k is formed. As shown in drawing 4, the bank material side divider plates 35R and 35L are formed in the shape of [ corresponding to the gas passageway 51 ] an L character (or good also as a crank form gestalt prolonged in the upper surface 23a side). It can make the extreme bias of flow distribution hard according to this structure, to crush the flow of material gas G easily in a transverse direction, and to produce by passing the narrow gas passageway 51 of L shape.

[0034]Hereafter, an operation of the above-mentioned vapor phase growth system 1 is explained. As shown in drawing 1 - 4, after setting the substrate W on the susceptor 12 and pretreating natural oxidation film removal etc. if needed, it heats to predetermined reaction temperature with the infrared heat lamp 11, rotating the substrate W. By the state, material gas is introduced at the predetermined rate of flow from each gas inlets 21A and 21B.

[0035]It is divided into outside gas stream  $G_2$  which passes along the outside as well as inside gas stream  $G_1$  which passes along the baffle 26 and passes along between the gas guidance member side divider plates 34R and 34L, and material gas flows towards the peripheral face 23b of the bank material 23 further. Gas stream  $G_1$  and  $G_2$  which hit the peripheral face 23b run aground on the upper surface 23a of the bank material 23, flow along the main table side of the substrate W, and are collected and discharged by the exhaust pipe 7 through the discharge side gas guidance member 25.

[0036]For example, if the formation gestalt of the gas stream through-hole 26a in the baffle 26 considers the case where it is symmetrical thoroughly about the base plane alpha as shown in drawing 9 (b), Since outside gas stream  $G_2$  hits the field to which the end in the cross direction WL is large, and it inclined to the peripheral face 23b of the cylinder surface state of the bank material 23, it serves as a form which escapes greatly outside. On the other hand, the thing which inside gas stream  $G_1$  hits with the gestalt near the peripheral face 23b right-angled in the position which is not strong as for so much the inclination near

[ in the cross direction WL ] a center, The tendency which is going to go straight on from the escape to the outside being controlled by the gas guidance member side divider plates 34R and 34L and the bank material side divider plates 35R and 35L becomes strong. As a result, in the cross direction WL, a field with many flows and few fields will produce. Since flow distribution becomes almost symmetrical about the base plane alpha, on the main table side of the substrate which rotates to the circumference of the axis O, high flow rate parts on either side and low flow rate parts overlap, In epitaxial layer thickness distribution formed, as shown in drawing 9 (a), the big nonuniformity corresponding to gas mass flow distribution will occur.

[0037]However, in the vapor phase growth system 1 of this embodiment, in the baffle 26, the gas stream through-hole 26a is formed so that it may become right-and-left asymmetry about the base plane alpha. Therefore, as shown in drawing 10 (b), how to flow through material gas G in right-hand side across the base plane alpha (horizontal-center-line HSL is included) and it in left-hand side do not become the same. and such right and left -- there are few possibilities of suiting in slight strength or being [ weaken and ] by the right and left of the base plane alpha under unsymmetrical gas mass flow distribution even if flow nonuniformity will arise, if it grows epitaxially on the main table side of the substrate which rotates to the circumference of the axis O. Therefore, as shown in drawing 10 (a), the more uniform epitaxial layer of thickness distribution can be formed.

[0038]

[Example]With a diameter of 200 mm produced by CZ process silicon single crystal substrate W has been arranged in the vapor phase growth system 1 (EXAMPLE) shown in drawing 1 - drawing 4, and drawing 10 (b). On the other hand, as a comparative example, as shown in drawing 9 (b), the vapor phase growth system provided with the baffle 26 with which the gas stream through-hole 26a was formed was also prepared so that it might become symmetrical to the base plane alpha, and silicon single crystal substrate W has been arranged in a similar manner. And it examined in the following procedure.

[0039]First, after it energized on the infrared heat lamp 11 (refer to drawing 1) and the temperature of the substrate W became 1100 \*\*, the natural oxidation film of the substrate W surface was removed. Then, the hydrogen gas which contains trichloro silane gas as material gas from the inside gas inlet 21A and the outside gas inlet 21B holding the temperature of the substrate W at 1100 \*\* was supplied in the reaction vessel, and vapor phase epitaxial growth of the silicon single crystal film was carried out on the substrate W. The sum total supply flow rate of the material gas of the inside gas inlet 21A and the outside gas inlet 21B was fixed to a part for 50-l./with the value in a normal condition. various supply-flow-rate ratios of the inside gas inlet 21A and the outside gas inlet 21B are alike, change, they grow a silicon single crystal film, and chose what becomes the optimal [ thickness distribution ]. The silicon single crystal film was grown up monitoring thickness for the purpose of 6 micrometers in thickness.

[0040]And the thickness distribution profile of the diametral direction of the obtained

substrate with a thin film, i.e., a silicon epitaxial wafer, was measured by the FT-IR method, and it plotted in the graph. A measurement result is shown in drawing 11. That is, when the device of an example is used, change of thickness is smaller than the case where the device of a comparative example is used, and it turns out that uniform distribution is acquired at a glance. Although a silicon single crystal substrate 200 mm in diameter was used in this example, of course, an effect with the same said of a thing 300 mm in diameter is acquired.

---

[Translation done.]

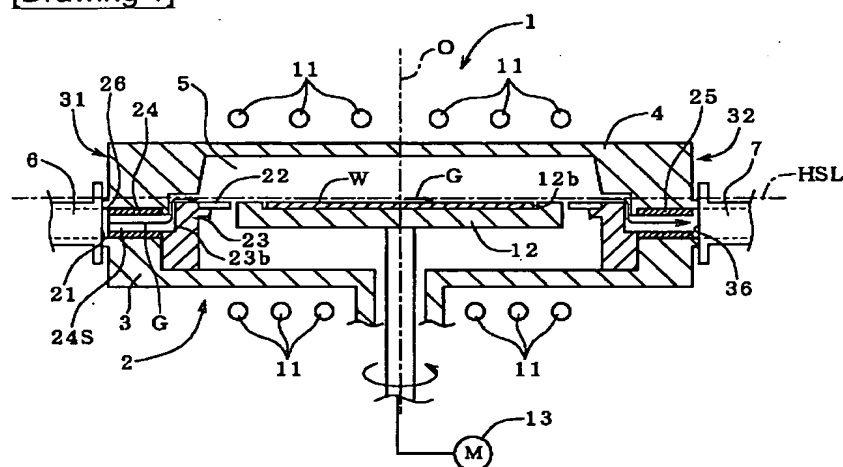
## \* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

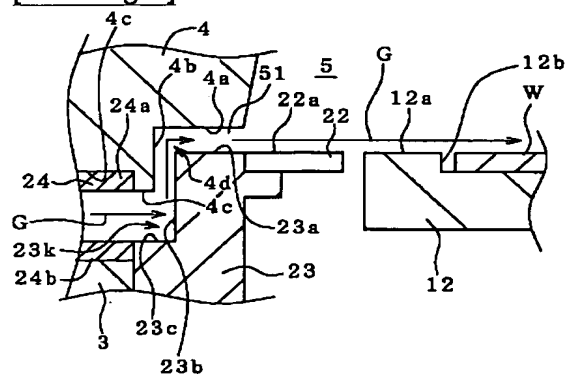
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 1]

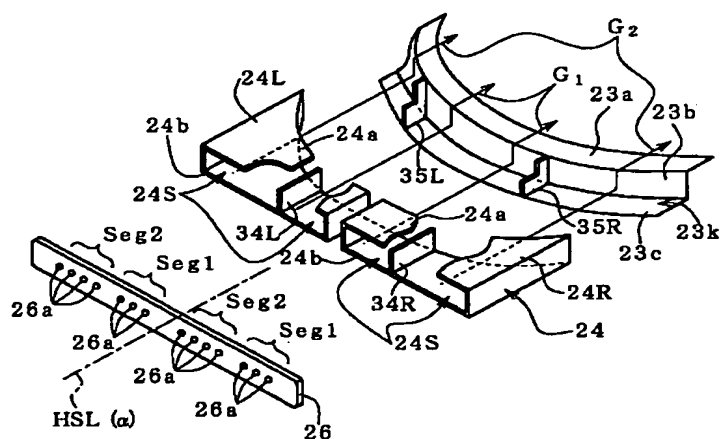


[Drawing 2]

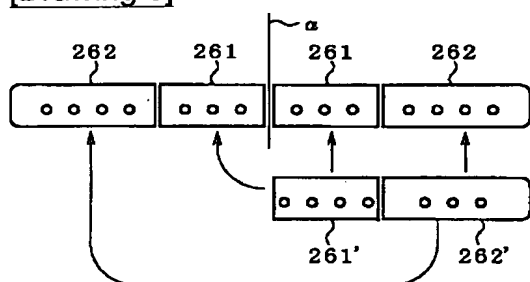


[Drawing 4]

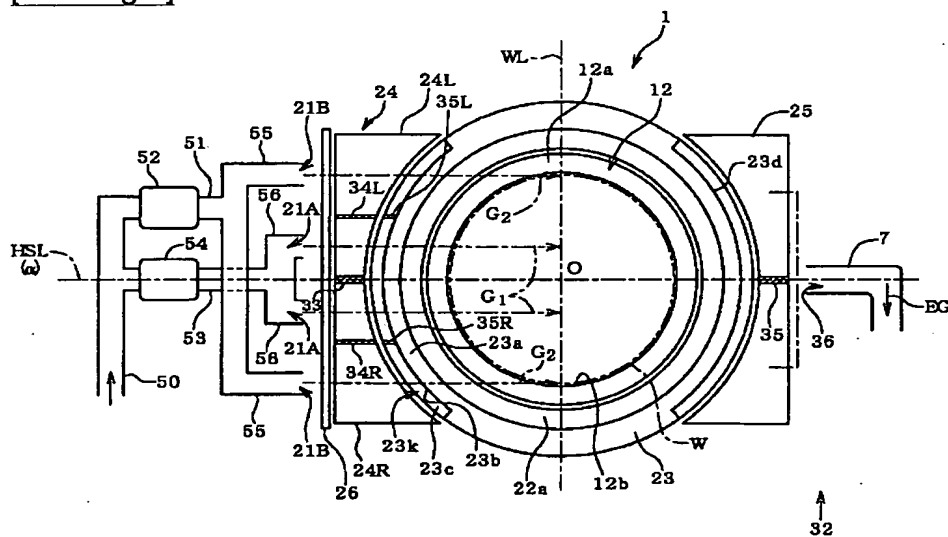




[Drawing 6]

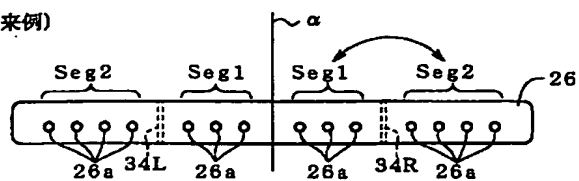


[Drawing 3]

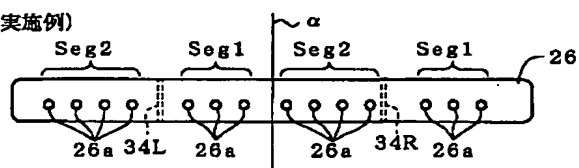


[Drawing 5]

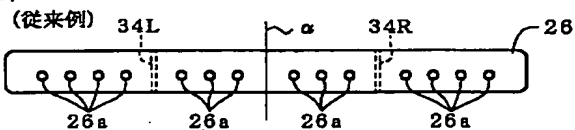
(従来例)



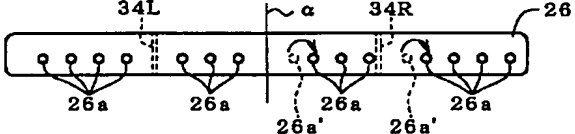
(本実施例)

**[Drawing 7]**

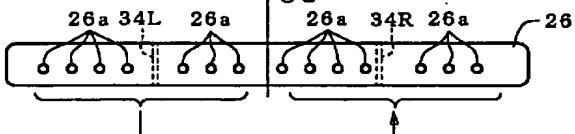
(a)



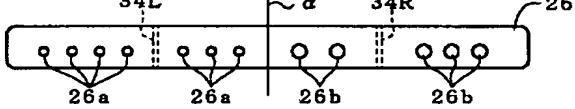
(b)



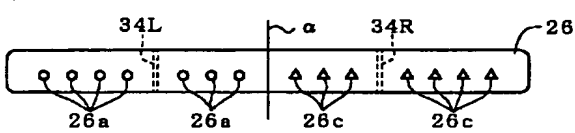
(c)

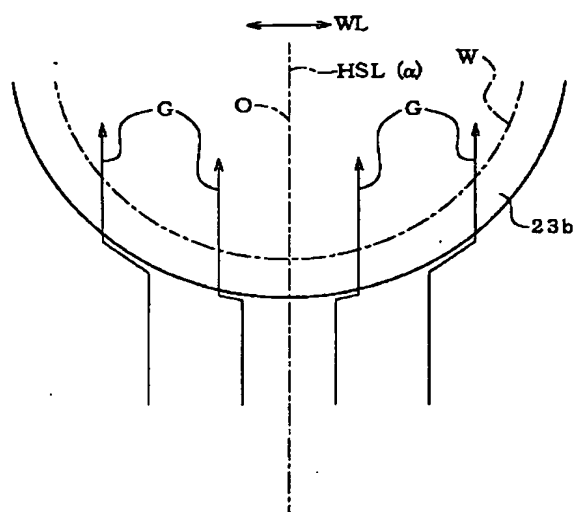


(d)

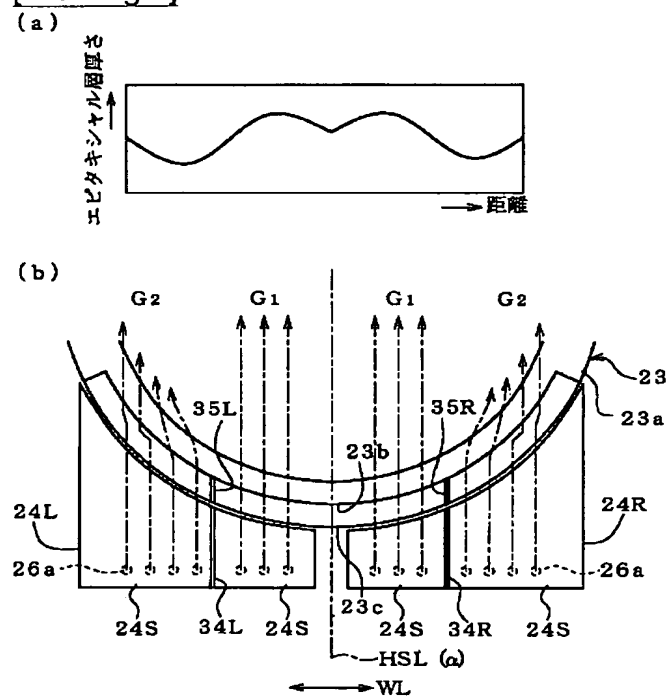


(e)

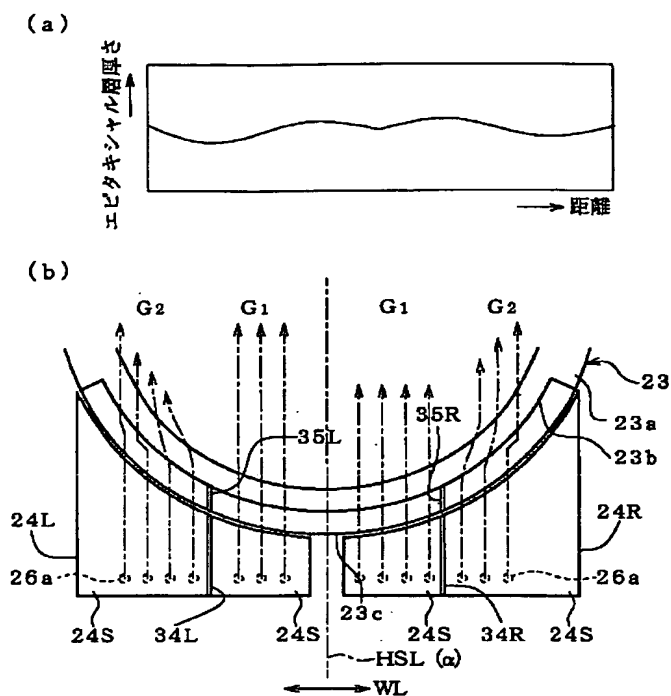
**[Drawing 8]**



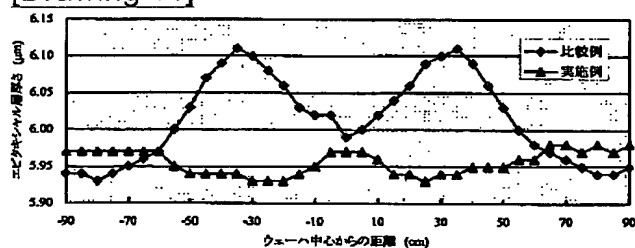
[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-168650  
(P2003-168650A)

(43)公開日 平成15年6月13日(2003.6.13)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-リ-ト <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 L 21/205		H 0 1 L 21/205	4 G 0 7 7
C 2 3 C 16/455		C 2 3 C 16/455	4 K 0 3 0
C 3 0 B 29/06	5 0 4	C 3 0 B 29/06	5 0 4 C 5 F 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2001-366537(P2001-366537)

(22)出願日 平成13年11月30日(2001.11.30)

(71)出願人 000190149

信越半導体株式会社

東京都千代田区丸の内1丁目4番2号

(71)出願人 591037498

長野電子工業株式会社

長野県更埴市大字屋代1393番地

(72)発明者 八木 真一郎

群馬県安中市磯部二丁目13番1号 信越半  
導体株式会社磯部工場内

(74)代理人 100095751

弁理士 菅原 正倫

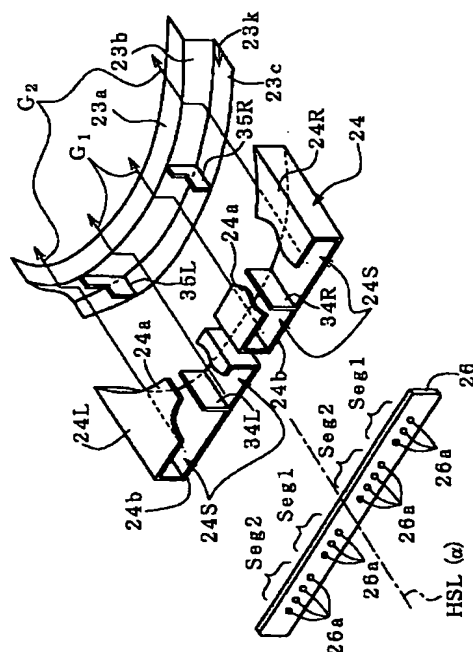
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 気相成長装置およびエピタキシャルウェーハの製造方法

(57)【要約】

【課題】 比較的単純な機構によりながら、良好な膜厚分布を確保できる気相成長装置と、それを用いたエピタキシャルウェーハの製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明の気相成長装置1は、枚葉式気相成長装置として構成されている。原料ガスGは、ガス導入口21から反応容器本体2内に導かれる。サセプタ12の周囲には堤部材23が配置されており、ガス導入口21からの原料ガスGは、堤部材23の外周面23bに当たって上面23a側に乗り上げた後、サセプタ12上に載置されたシリコン単結晶基板Wの主表面に沿って流れる仕組みである。ガス導入口21と堤部材23との間には、板状のパッフル26が配置される。パッフル26には、当該気相成長装置1を左右に2等分する基準平面 $\alpha$ に関して非対称となるように、ガス流通孔26aが形成されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 シリコン単結晶基板の主表面にシリコン単結晶薄膜を気相成長させる気相成長装置であって、水平方向における第一端部側にガス導入口が形成され、同じく第二端部側にガス排出口が形成された反応容器本体を有し、シリコン単結晶薄膜形成のための原料ガスが前記ガス導入口から前記反応容器本体内に導入され、該反応容器本体の内部空間にて略水平に回転保持される前記シリコン単結晶基板の前記主表面に沿って前記原料ガスが流れた後、前記ガス排出口から排出されるように構成され、前記内部空間内にて回転駆動される円盤状のサセプタ上に前記シリコン単結晶基板が配置される一方、前記サセプタを取り囲むとともに、上面が該サセプタの上面と一致する位置関係にて堤部材が配置され、さらに、前記ガス導入口は前記堤部材の外周面に対向する形にて開口し、該ガス導入口からの前記原料ガスが、前記堤部材の外周面に当たって上面側に乗り上げた後、前記サセプタ上の前記シリコン単結晶基板の主表面に沿って流れるように構成された気相成長装置において、前記反応容器本体の前記第一端部から前記サセプタの回転軸線と直交して前記第二端部に至る前記原料ガスの流れ方向に沿った仮想的な中心線を水平基準線とし、該水平基準線と前記回転軸線との双方に直交する方向を幅方向とし、さらに、前記水平基準線を含み前記幅方向に垂直な平面を基準平面と定義したときに、前記ガス導入口と前記堤部材との間には、ガス流通孔が形成されたバッフルが配置され、前記ガス流通孔の形成形態が前記基準平面に関して非対称とされていることを特徴とする気相成長装置。

【請求項2】 前記バッフルは板状の形態を有し、前記ガス流通孔は、前記基準平面の左右にそれぞれ複数個ずつ位置するよう前記バッフルに形成され、さらに、前記バッフルの板厚方向に垂直な断面における前記ガス流通孔の占める合計面積が、前記基準平面の左右で等しくなるように調整されていることを特徴とする請求項1記載の気相成長装置。

【請求項3】 前記バッフルは板状の形態を有し、前記ガス流通孔は、前記基準平面の左右にそれぞれ複数個ずつ位置するよう前記バッフルに形成され、さらに、前記基準平面に関して対称となる仮想形態を前記ガス流通孔の基準位置としたとき、前記基準平面の左右いずれかにおいて、前記基準位置から前記幅方向へ全体的にシフトした位置に前記ガス流通孔が形成されていることを特徴とする請求項1または2記載の気相成長装置。

【請求項4】 前記ガス流通孔は、前記基準平面の左右で同数となるように形成される一方、複数の前記ガス流通孔の集合形態としてガス流通孔セグメントが複数種類設定され、それらガス流通孔セグメントの配列が前記基準平面に関して非対称となるように構成されていること

を特徴とする請求項1または2記載の気相成長装置。

【請求項5】 前記基準平面の左右いずれかにおいて、前記基準平面から最も遠い前記ガス流通孔セグメントが前記基準平面から最も近い前記ガス流通孔セグメントとなるように、前記ガス流通孔セグメントの配列を反転させた場合に、前記ガス流通孔の形成形態が前記基準平面に関して対称となるように構成されていることを特徴とする請求項4記載の気相成長装置。

【請求項6】 前記ガス導入口と前記堤部材との間には、前記ガス導入口からの前記原料ガスを前記堤部材に向けて導くガス案内部材が、前記幅方向において前記水平基準線に対し左右に振り分けた形にて前記ガス導入口と前記堤部材との間に配置されていることを特徴とする請求項1ないし5のいずれか1項に記載の気相成長装置。

【請求項7】 請求項1ないし6のいずれか1項に記載の気相成長装置の前記反応容器内に前記シリコン単結晶基板を配置し、該反応容器内に前記原料ガスを流通させて前記シリコン単結晶基板上に前記シリコン単結晶薄膜を気相エピタキシャル成長させることによりエピタキシャルウェーハを得ることを特徴とするエピタキシャルウェーハの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、シリコン単結晶基板の主表面にシリコン単結晶薄膜を気相成長させるための気相成長装置と、それを用いて実現されるエピタキシャルウェーハの製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】シリコン単結晶基板（以下、単に「基板」と略称する）の主表面に、気相成長法によりシリコン単結晶薄膜（以下、単に「薄膜」と略称する）を形成したシリコンエピタキシャルウェーハは、バイポーラICやMOS-IC等の電子デバイスに広く使用されている。そして、電子デバイスの微細化等に伴い、素子を作りこむエピタキシャルウェーハ主表面のフラットネスに対する要求がますます厳しくなりつつある。フラットネスに影響を及ぼす因子としては、基板の平坦度と薄膜の膜厚分布とがある。ところで、近年、たとえば直径が200mmないしそれ以上のエピタキシャルウェーハの製造においては、複数枚のウェーハをパッチ処理する方法に代えて、枚葉式気相成長装置が主流になりつつある。これは、反応容器内に1枚の基板を水平に回転保持し、反応容器の一端から他端へ原料ガスを略水平かつ一方に供給しながら薄膜を気相成長させるものである。

【0003】上記のような枚葉式気相成長装置において、形成される薄膜の膜厚均一化を図る上で重要な因子として、反応容器内における原料ガスの流量あるいは流量分布がある。枚葉式気相成長装置においては、通常、ガス供給管を介して反応容器の一端部に形成されたガス

導入口から原料ガスが供給され、基板表面に沿って原料ガスが流れた後、容器他端側の排出口から排出される構造となっている。このような構造の気相成長装置において、流量ムラを減ずるために、従来よりガス導入口の下流側に多数の孔を形成した分散板を設けたり、あるいはガス流を幅方向に仕切る仕切板を設けたりした装置が提案されている。

【0004】また、特開平7-193015号公報には、ガス導入口からの原料ガスを、基板を支持するサセプタの周囲に配置された堤部材の外周面に向けて流し、堤部材を乗り越えさせる形で基板Wの表面に原料ガスを供給する装置が開示されている。この方法の主旨は、原料ガス流を堤部材の外周面に当てることで分散させ、流量のムラを解消しようというものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】前記特開平7-193015号公報の装置の場合、堤部材の外周面に当たった原料ガスは、堤部材を乗り越えようとする流れと、外周面に沿って横方向に向かおうとする流れとを生ずる形になる。この場合、その横方向の流れにより、堤部材の外周面ひいては上記の幅方向に沿って原料ガスが均等に分散することが、流量ムラを解消する上で重要である。しかしながら、堤部材の外周面形状によっては原料ガスが必ずしも幅方向に均等に分散せず、流れに偏りを生じてしまうことがある。特に、図8に示すように、堤部材の外周面23bの形状が円筒面状である場合、幅方向WLにおける両端付近は、外周面23bが大きく傾斜しているため、当たったガスGが外側へ逃げやすく、流量ムラひいては膜厚の不均一を生じやすい問題がある。また、円筒面状の外周面23bは幅方向WLにおいて左右対称であるから、これに当たって生ずるガス流の流量分布も左右対称な分布となりやすい。従って、基板Wの回転軸線Oに対して左右同じ位置に同じ傾向で流量ムラが生じやすくなり、回転する基板Wの半径方向の特定位置では、左右の流量ムラの影響が重なって、大きな膜厚異常につながりやすくなる。

【0006】本発明の課題は、比較的単純な機構によりながら、反応容器内の幅方向の流量分布の影響を効果的に減殺することができ、ひいては良好な膜厚分布精度を確保できる気相成長装置と、それをを用いたエピタキシャルウェーハの製造方法とを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段および作用・効果】本発明は、シリコン単結晶基板の主表面にシリコン単結晶薄膜を気相成長させる気相成長装置であって、上記の課題を解決するために、水平方向における第一端部側にガス導入口が形成され、同じく第二端部側にガス排出口が形成された反応容器本体を有し、シリコン単結晶薄膜形成のための原料ガスが前記ガス導入口から反応容器本体内に導入され、該反応容器本体の内部空間にて略水平に回転

保持されるシリコン単結晶基板の主表面に沿って原料ガスが流れた後、ガス排出口から排出されるように構成され、内部空間内にて回転駆動される円盤状のサセプタ上にシリコン単結晶基板が配置される一方、サセプタを取り囲むとともに、上面が該サセプタの上面と一致する位置関係にて堤部材が配置され、さらに、ガス導入口は堤部材の外周面に対向する形にて開口し、該ガス導入口からの原料ガスが、堤部材の外周面に当たって上面側に乗り上げた後、サセプタ上のシリコン単結晶基板の主表面に沿って流れるように構成された気相成長装置において、反応容器本体の第一端部からサセプタの回転軸線と直交して第二端部に至る原料ガスの流れ方向に沿った仮想的な中心線を水平基準線とし、該水平基準線と回転軸線との双方に直交する方向を幅方向とし、さらに、水平基準線を含み幅方向に垂直な平面を基準平面と定義したときに、ガス導入口と堤部材との間には、ガス流通孔が形成されたバップルが配置され、ガス流通孔の形成形態が基準平面に関して非対称とされていることを特徴とする。

【0008】また、本発明のエピタキシャルウェーハの製造方法は、上記の気相成長装置の反応容器内にシリコン単結晶基板を配置し、該反応容器内に原料ガスを流通させてシリコン単結晶基板上にシリコン単結晶薄膜を気相エピタキシャル成長させることによりエピタキシャルウェーハを得ることを特徴とする。

【0009】従来の気相成長装置においては、回転する基板Wの半径方向の特定位置で、左右の流量ムラの影響が重なって、大きな膜厚異常につながりやすかった。そこで、本発明者等は、サセプタを取り囲む堤部材の左右で原料ガスの流れ方を変えてやれば、回転駆動されるサセプタの左右で流量ムラが打ち消しあうのではないかと考え、本発明を完成させるに至った。具体的に、本発明の気相成長装置においては、原料ガスの流れを制御するために、ガス導入口と堤部材との間に配置されるバップルに形成されるガス流通孔が、左右非対称となるように調整されている。

【0010】上記構成により、基準平面に関して左右のガス流量分布を非対称なものとすることができる。すなわち、原料ガスがウェーハ上において偏在するような現象、あるいは流速が異なるような現象があるにしても、基準平面の左右で同一傾向を示すという不具合を消滅させる。プロセス中のウェーハは回転しているため、基準平面の左右で同一傾向の流量ムラが生じていなければ、左右の流量ムラが重なることに基づく大きな膜厚異常は生じなくなる。そればかりでなく、左右の流量ムラが互いに相殺しあうという効果も期待できる。従って、より均一な膜厚分布の薄膜を得ることができるのである。

【0011】なお、「基準平面に関して左右非対称」とは具体的に、ガス流通孔の数、ガス流通孔の形状およびガス流通孔の寸法の少なくともいずれかを、基準平面の

10

20

30

40

50

一方側と他方側とで異ならせること、あるいはそれらが同一であっても基準平面を鏡映面とした場合に鏡映対称にならないことを意味する。ただし、設計後に生ずる誤差、たとえば1~2mm程度の位置のずれ、ガス流通孔の形状や寸法の微小な相違は、非対称であるうちに含まないものとする。また、「上面がサセプタの上面と一致する位置関係にて堤部材が配置され」とは、堤部材の上面とサセプタの上面とが完全に一致することを必ずしも意味するのではなく、2mm程度までの位置の違いは一致しているとみなす。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、添付の図面に基づき説明する。図1~図4は、本発明に係る気相成長装置1の一例を模式的に示すものである。図1はその側面断面図、図2は図1の原料ガス導入部付近の拡大図、図3は図1の気相成長装置1の平面図、図4は、図1の気相成長装置1の要部を一部切り欠いて示す分解斜視図である。この気相成長装置1は、図1に示すように、水平方向における第一端部31側にガス導入口21が形成され、同じく第二端部32側にガス排出口36が形成された反応容器本体2を有する。薄膜形成のための原料ガスGは、ガス導入口21から反応容器本体2内に導入され、該反応容器本体2の内部空間5にて略水平に回転保持される基板Wの主表面に沿って流れた後、ガス排出口36から排出管7を経て排出されるように構成されている。

【0013】原料ガスGは、上記の基板W上にシリコン単結晶薄膜を気相成長させるためのものであり、 $\text{SiHCl}_3$ 、 $\text{SiCl}_4$ 、 $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ 、 $\text{SiH}_4$ 等のシリコン化合物の中から選択される。原料ガスGには、ドーパントガスとしての $\text{B}_2\text{H}_6$ あるいは $\text{PH}_3$ や、希釈ガスとしての $\text{H}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{Ar}$ 等が適宜配合される。また、薄膜の気相成長処理に先立って基板前処理（たとえば自然酸化膜や付着有機物の除去処理）を行う際には、 $\text{HCl}$ 、 $\text{HF}$ 、 $\text{ClF}_3$ 、 $\text{NF}_3$ 等から適宜選択された腐蝕性ガスを希釈ガスにて希釈した前処理用ガスを反応容器本体2内に供給するか、または、 $\text{H}_2$ 雰囲気中で高温熱処理を施す。

【0014】図1に示すように、反応容器本体2の内部空間5には、垂直な回転軸線Oの周りにモータ13により回転駆動される円盤状のサセプタ12が配置され、その上面に形成された浅い座ぐり12b内に、シリコンエピタキシャルウェーハを製造するための基板Wが1枚のみ配置される。すなわち、該気相成長装置1は枚葉式気相成長装置として構成されている。基板Wは、たとえば直径が100mmあるいはそれ以上のものである。また、基板Wの配置領域に対応して容器本体2の上下には、基板加熱のための赤外線加熱ランプ11が所定間隔にて配置されている。

【0015】内部空間5内には、図3に示すようにサセ

プタ12を取り囲むように堤部材23が配置されている。図2に示すように、堤部材23は、その上面23aがサセプタ12の上面12a（ひいては基板Wの主表面）と略一致する位置関係にて配置される。図1に示すように、ガス導入口21は、堤部材23の外周面23bに対向する形にて開口しており、該ガス導入口21からの原料ガスGは、図2あるいは図4に示すように、堤部材23の外周面23bに当たって上面23a側に乗り上げた後、サセプタ12上の基板Wの主表面に沿って流れるようになっている。本実施形態では、堤部材23の外周面23bは、サセプタ12の形状に対応した円筒面状とされている。なお、堤部材23の内周縁に沿って、板状に形成された均熱用の予熱リング22が配置され、その内側に配置されるサセプタ12の上面12aが、該予熱リング22の上面22a（図2参照）と略同一面となっている。

【0016】なお、本実施形態の気相成長装置1においては、反応容器本体2の第一端部31からサセプタ12の回転軸線Oと直交して第二端部32に至る原料ガスGの流れ方向に沿った仮想的な中心線を水平基準線HSLとする。そして、水平基準線HSLとサセプタ12の回転軸線Oとの双方に直交する方向を幅方向WLとする。さらに、水平基準線HSLを含み幅方向WLに垂直な平面を基準平面 $\alpha$ と定義する。すなわち、図1および図2は基準平面 $\alpha$ での気相成長装置1の断面図を示すものである。

【0017】さて、図3に示すように、ガス導入口21A、21Bと堤部材23との間には、原料ガスGの流通経路となるガス流通孔26aが形成されたバッフル26が配置されている。ガス流通孔26aは、原料ガスGの流れ方向に貫通する定径の円筒形状をなし、基準平面 $\alpha$ に関して左右非対称となるように形成されている（図4参照）。原料ガスGは、比較的重いガスであるため、均一に分散させるにも限度がある。そこで、あえて原料ガスGの流量分布を基準平面 $\alpha$ の左右で異ならせ、流量ムラが生じても基準平面 $\alpha$ の左右で同一傾向となることだけは回避する。そうすれば、エピタキシャル成長中の基板Wはサセプタ12によって回転支持されているため、左右の流量ムラが重なることに基づく大きな膜厚異常は生じなくなる。

【0018】図4に示すように、バッフル26は板状の形態を有し、ガス流通孔26aは、基準平面 $\alpha$ の左右にそれぞれ複数個ずつ位置するようバッフル26に形成されている。本実施形態では、基準平面 $\alpha$ をまたがるように配置される一枚の石英製長板部材をバッフル26として採用している。ただし、基準平面 $\alpha$ の左右に設けられたガス導入口21A、21Bのそれぞれに、個別に対応する複数部材として配置することも可能である。

【0019】さらに、バッフル26の板厚方向に垂直な断面におけるガス流通孔26aの占める合計面積は、基

10

20

30

40

50



準平面 $\alpha$ の左右で等しくなるように調整されている。ガス流通孔26aの合計面積を異なせると、原料ガスGの流量を調整する必要性が生じ、面倒である。従って、ガス流通孔26aの合計面積は左右同一となるように定め、その他の要件のみで設計を行なうのが望ましい。以下に、その具体例を示す。

【0020】図5は、バッフル26におけるガス流通孔26aの形成形態を説明する模式図である。バッフル26において、ガス流通孔26aは、基準平面 $\alpha$ の左右で同数となるように形成される一方、複数のガス流通孔26aの集合形態としてガス流通孔セグメントSeg1、Seg2が複数種類設定される。図5中の従来例においては、3つのガス流通孔26aの集まりで示されるガス流通孔セグメントSeg1と、4つのガス流通孔26aの集まりで示されるガス流通孔セグメントSeg2とが基準平面 $\alpha$ の左右で対称となるように設定される。

【0021】他方、本実施例では、それらガス流通孔セグメントSeg1、Seg2の配列が基準平面 $\alpha$ に関して非対称となるように構成されている。つまり、基準平面 $\alpha$ の一方のサイドにおいては、基準平面 $\alpha$ に近い側にガス流通孔セグメントSeg1、遠い側がガス流通孔セグメントSeg2となるように構成されている。他方のサイドでは、その逆になっている。このように、ガス流通孔26aのまとまりとしてガス流通孔セグメントSeg1、Seg2を予め設定しておき、ガス流通孔セグメントSeg1、Seg2の配列変更によって、ガス流通孔26aの形成形態を非対称にすることができる。そして、そのようにすれば設計や加工も簡単であるし、原料ガスGの流れを効果的に左右非対称にすることができる。

【0022】なお、本実施形態では、ガス流通孔セグメントは2種類（Seg1、Seg2）に定めたが、これに限定されるわけではなく、3種類以上のガス流通孔セグメントを定めることもできる。従って、基準平面 $\alpha$ の左右いずれかにおいて、基準平面 $\alpha$ から最も近いガス流通孔セグメントが基準平面 $\alpha$ から最も近いガス流通孔セグメントとなるように、ガス流通孔セグメントの配列を反転させた場合に、ガス流通孔26aの形成形態が基準平面 $\alpha$ に関して対称となるように構成するとよい。つまり、ガス流通孔26aの位置が基準平面 $\alpha$ に対して対称となる状態と、非対称となる状態の2状態を、簡単な反転操作によって瞬時に変更できるように設計を行う。左右対称な状態からガス流通孔セグメントの並びを反転させるだけならば、設計も極めて簡単であるし、原料ガスGの流れを左右非対称にする効果も十分に期待できる。

【0023】たとえば、図6に示すように、バッフル26を1枚の長板で形成するのではなく、気相成長装置1におけるバッフル26の配置予定位置を複数のパーティションに区切り、各パーティションに対応する形にて部分バッフル261、262、261'、262'を個別

に着脱可能に配置するようにしてもよい。このようにすれば、部分バッフル同士の取り替えのみで、簡単にガス流通孔26aの位置を変更できる。なお、このパーティションは、ガス導入口21の配置に対応させて設けるのがよく、本実施例では図6のように4箇所に区切るのがよい。

【0024】次に、図7に、バッフル26の別形態を示す。なお、図7(a)は、ガス流通孔26aが基準平面 $\alpha$ に関して対称に形成された従来例である。まず、図7(b)の形態では、図7(a)に示す左右対称な状態から、基準平面 $\alpha$ を境に一方側にあるガス流通孔26aが、基準平面 $\alpha$ から離れる方向へ全体的に移動した形となっている。つまり、基準平面 $\alpha$ に関して左右対称となる仮想形態を各ガス流通孔26aの基準位置26a'としたとき、基準平面 $\alpha$ の左右いずれかにおいて、基準位置26a'から幅方向WLへ全体的にシフトした位置にガス流通孔26aが形成されている。この例も、ガス流通孔26aの数や形状はそのままにし、位置をずらすことによって左右非対称にすることに他ならないので、図5に示した本実施形態と同様の効果が得られる。

【0025】次に示す図7(c)の形態においては、基準平面 $\alpha$ を隔てて一方側のガス流通孔26aを、他方側に向けて幅方向WLにそのまま平行移動させると、他方側のガス流通孔26aに概ね一致するように調整されている。簡単にいうと、ガス流通孔26aの数や形状はそのままにし、位置をずらすことによって左右非対称にする。この形態は、概念的には図5に示した本実施例に含まれる。

【0026】次に、図5(d)に示すのは、ガス導入孔10の数を基準平面 $\alpha$ の左右で異ならせた別例である。すなわち、基準平面 $\alpha$ を境に、径小のガス流通孔26aによって構成される側と、その径小のガス流通孔26aよりも径大のガス流通孔26bによって構成される側とに分かれている。図5(e)に示すのは、ガス導入孔10の形状を基準平面 $\alpha$ の左右で異ならせた別例である。すなわち、基準平面 $\alpha$ を境に、円筒形状を有するガス流通孔26aによって構成される側と、角筒形状を有するガス流通孔26cによって構成される側とに分かれている。しかしながら、前述したように、いずれの別例においてもガス流通孔の合計面積は基準平面 $\alpha$ の左右とで等しくなるように調整されている。

【0027】さて、上記のようにバッフル26が配置されると同時に、図1、図3および図4に示すように、本実施形態の気相成長装置1では、内部にガス案内空間24Sが形成されたガス案内材24がガス導入口21と堤部材23との間に配置される。具体的には、図3に示すように、原料ガスGを堤部材23の外周面23bに向けて導く1対のガス案内材24R、24Lが、幅方向WLにおいて水平基準線HSLに対し左右に振り分けた形にて、ガス導入口21と堤部材23との間に配置され

ている。従って、パッフル26はガス案内部材24R、24Lとガス導入口21A、21Bとの間に配置されることとなる。原料ガスGの流通経路が基準平面αの左右で別々になっているため、パッフル26を通過した原料ガスGが堤部材23に達するまでに互いに緩衝し合わない構造となっている。

【0028】ガス案内部材24R、24Lの内側に形成されたガス案内空間24S、24Sの各々には、ガス案内部材側仕切板34R、34Lが配置されている。図5および図7に示したパッフル26の模式図において、破線部34R、34Lは、上記ガス案内部材側仕切板34R、34Lを表している。つまり、図5に示したガス流通孔セグメントSeg1、Seg2の各々は、ガス案内空間24S、24Sに対応した形となっている。図6に示す形態の場合、幅方向WLにおいて部分パッフル261、262の境に、丁度、上記ガス案内部材側仕切板34R、34Lが位置する。パッフル26に設けられる全てのガス流通孔26a、26b、26cは、上記ガス案内部材側仕切板34R、34Lと干渉しないようにその位置が調整される。

【0029】ガス導入口21A、21Bからの原料ガスG1、G2は、このガス案内空間24Sを経て堤部材23の外周面23bに向けて導かれるとともに、ガス案内部材側仕切板34R、34Lはこのガス案内部材24に設けられる形となっている。図4に示すように、ガス案内部材24は、ガス導入口21側と堤部材23側とにそれぞれ開口する横長状断面を有する石英製の筒部材であり、ガス案内部材側仕切板34R、34Lは、互いに略平行に配置された上面板24bと下面板24aとの上端面と下端面とが各々溶接される形もしくは点支持される形にて配置されている。ガス案内部材側仕切板34R、34Lが一体化されたガス案内部材24を、反応容器本体2に対して着脱可能に配置することで、たとえばガス案内部材側仕切板34R、34Lの位置を変更したい場合には、ガス案内部材24の交換により簡単に対応することができる。

【0030】次に、ガス案内部材24R、24Lの、堤部材23の外周面23bとの対向面は、該外周面23bに対応した円筒面状に形成されている。また、幅方向WLにおいて、左右のガス案内部材24R、24Lの間には、位置決め用のスペーサ33が容器本体部2に対して一体的に設けられている。この位置決め用のスペーサも一種の仕切り板として機能しているとも見ることができ。また、図3に示すように、堤部材23とガス排出口36との間には、排出側ガス案内部材25が配置されている。

【0031】図3に示すように、右側のガス案内部材側仕切板34Rと左側のガス案内部材側仕切板34Lとのそれぞれに個別に対応してガス導入口21A、21Bが形成されている。具体的には、原料ガスGは、ガス配管

50を経て各ガス導入口21A、21Bから反応容器本体2の内部空間5に導かれる。本実施形態では、ガス配管50は、幅方向WLにおける内側領域にガスを供給する内側配管53と、同じく外側領域にガスを供給する外側配管51とに分岐し、各々原料ガスGの流量を、マスフローコントローラ(MFC)52、54により独立に制御できるようにしている。ここで、MFC52、54の替りに手動バルブを使用してもよい。また、内側配管53および外側配管51は、それぞれ分岐配管56、56および分岐配管55、55にさらに分れ、水平基準線HSLに対して両側にそれぞれ内側ガス導入口21A、21Aおよび外側ガス導入口21B、21Bを開口している。

【0032】図3に示すように、堤部材23の外周面23bには、水平基準線HSLに対し左右対称に振り分けた形にて、原料ガスGの流れを幅方向WLにおける複数個所にて仕切る堤部材側仕切板35R、35Lが配置されている。原料ガスG1、G2は、堤部材23の上面23aに乗り上げる際に幅方向WLに逃げやすい。そこで、前述したガス案内部材側仕切板34R、34Lとともに、堤部材側仕切板35R、35Lを設けることにより、原料ガスG1、G2の流れる方向を適度に整えることに成功している。本実施形態では、堤部材側仕切板35R、35Lは、幅方向WLにおいて水平基準線HSLに関し左右に各々1個所ずつ配置されている。

【0033】本実施形態においては、図4に示すように、堤部材23の上面23aの外周縁部を、ガス案内部材24との対向区間において凹状に切り欠くことにより弓形の切欠部23kが形成されている。図1に示すように、反応容器本体2は、下部ケース3と上部ケース4とからなり、堤部材23は下部ケース3の内周面に沿って配置されている。図2に示すように、切欠部23kの底面23cは、ガス案内部材24の下面板24bの内面の延長に略一致する形となっており、ガス案内面の役割を果たす。そして、原料ガスGは切欠部23kの側面23bに当たって上面23aに乗り上げる。なお、上部ケース4には、堤部材23の上面23aに対向する第一面4aと、切欠部23kの側面23bに対向する第二面4bと、同じく底面23cに対向する第三面4cとを有する段部4dを有し、切欠部23kとの間にクランク状の断面を有するガス通路51を形成している。図4に示すように、堤部材側仕切板35R、35Lは、ガス通路51に対応したL字状（あるいは上面23a側まで延びるクランク形態としてもよい）に形成されている。この構造によると、原料ガスGの流れが、L字型の狭いガス通路51を通過することにより横方向につぶれやすくなり、流量分布の極端な偏りを生じにくくすることができる。

【0034】以下、上記気相成長装置1の作用について説明する。図1～4に示すように、サセプタ12上に基

板Wをセットし、必要に応じて自然酸化膜除去等の前処理を行った後、基板Wを回転させながら赤外線加熱ランプ11により所定の反応温度に加熱する。その状態で、各ガス導入口21A、21Bから原料ガスを所定の流速にて導入する。

【0035】原料ガスは、バッフル26を通り、ガス案内内部材側仕切板34R、34Lの間を通る内側ガス流G<sub>1</sub>と、同じく外側を通る外側ガス流G<sub>2</sub>とに仕切られて、さらに堤部材23の外周面23bに向けて流れる。外周面23bに当たったガス流G<sub>1</sub>およびG<sub>2</sub>は、堤部材23の上面23aに乗り上げて、基板Wの主表面に沿って流れ、排出側ガス案内内部材25を経て排出管7に集められ、排出される。

【0036】例えば、図9(b)に示すように、バッフル26におけるガス流通孔26aの形成形態が、基準平面αに関して完全に対称になっている場合を考えると、外側ガス流G<sub>2</sub>は堤部材23の円筒面状の外周面23bに対し、幅方向WLにおける端部の大きく傾いた面に当たるので、外側に大きく逃げる形となる。他方、内側ガス流G<sub>1</sub>は、幅方向WLにおける中央付近の、それほど傾斜の強くない位置にて外周面23bに直角に近い形態にて当たることと、ガス案内内部材側仕切板34R、34Lおよび堤部材側仕切板35R、35Lにより外側への逃げが抑制されることから、直進しようとする傾向が強くなる。その結果、幅方向WLにおいて、流量の多い領域と少ない領域とが生じてしまう。流量分布は、基準平面αに関してほぼ左右対称となるから、軸線O周りに回転する基板の主表面上において左右の高流量部および低流量部が重なりあってしまい、形成されるエピタキシャル層の厚さ分布には、図9(a)に示すように、ガス流量分布に対応した大きなムラが発生することとなる。

【0037】しかしながら、本実施形態の気相成長装置1においては、バッフル26において、ガス流通孔26aは基準平面αに関して左右非対称となるように形成されている。そのため、図10(b)に示すように、基準平面α(水平基準線HSLを含む)を挟んで右側における原料ガスGの流れ方と、左側におけるそれとが同一とされない。そして、このような左右非対称なガス流量分布のもとで、軸線O周りに回転する基板の主表面上にエピタキシャル成長を行なうと、流量ムラが生じたとしても、基準平面αの左右で強め合ったり弱めあったりする恐れが少ない。従って、図10(a)に示すように、膜厚分布のより均一なエピタキシャル層を形成できる。

【0038】

【実施例】CZ法により作製した直径200mmのシリコン単結晶基板Wを、図1～図4および図10(b)に示す気相成長装置1(実施例)内に配置した。他方、比較例として、図9(b)に示すように、基準平面αに対して左右対称となるようにガス流通孔26aが形成されたバッフル26を備える気相成長装置も用意し、シリコ

ン単結晶基板Wを同様に配置した。そして、試験を下記の手順で行った。

【0039】まず、赤外線加熱ランプ11(図1参照)に通電し、基板Wの温度が1100℃になった後に、基板W表面の自然酸化膜を除去した。その後、基板Wの温度を1100℃に保持したまま内側ガス導入口21Aおよび外側ガス導入口21Bから原料ガスとしてトリクロロシランガスを含有する水素ガスを反応容器内に供給して、基板W上にシリコン単結晶薄膜を気相エピタキシャル成長させた。なお、内側ガス導入口21Aと外側ガス導入口21Bとの原料ガスの合計供給流量は、標準状態における値で50リットル/分に固定した。また、内側ガス導入口21Aと外側ガス導入口21Bとの供給流量比は種々に変えてシリコン単結晶薄膜の成長を行い、膜厚分布が最適となるものを選択するようにした。なお、シリコン単結晶薄膜は厚さ6μmを目標として、膜厚をモニターしながら成長させた。

【0040】そして、得られた薄膜付きの基板すなわちシリコンエピタキシャルウェーハの、直径方向の膜厚分布プロファイルをFT-IR法により測定し、グラフにプロットした。測定結果を図11に示す。すなわち、実施例の装置を用いた場合は、比較例の装置を用いた場合よりも膜厚の変動が小さく、均一な分布が得られていることが一見してわかる。なお、本実施例では直径200mmのシリコン単結晶基板を使用した。直径300mmのものについても同様の効果が得られることはもちろんである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の気相成長装置の一例を示す側面断面図。

【図2】図1の要部を拡大した断面図。

【図3】図1の平面図。

【図4】図1の装置の要部を一部切り欠いて示す分解斜視図。

【図5】バッフルにおけるガス流通孔の形成形態を説明する模式図。

【図6】バッフルを複数部材で構成する場合の模式図。

【図7】ガス流通孔の形成形態の別例を説明する模式図

【図8】円筒面状の外周面を有する堤部材の問題点を説明する図。

【図9】ガス流通孔を左右対称に形成した場合の問題点を説明する図。

【図10】ガス流通孔の形成形態を左右非対称にすることにより達成される効果を説明する図。

【図11】実施例および比較例の実験結果である膜厚分布の測定結果を示すグラフ。

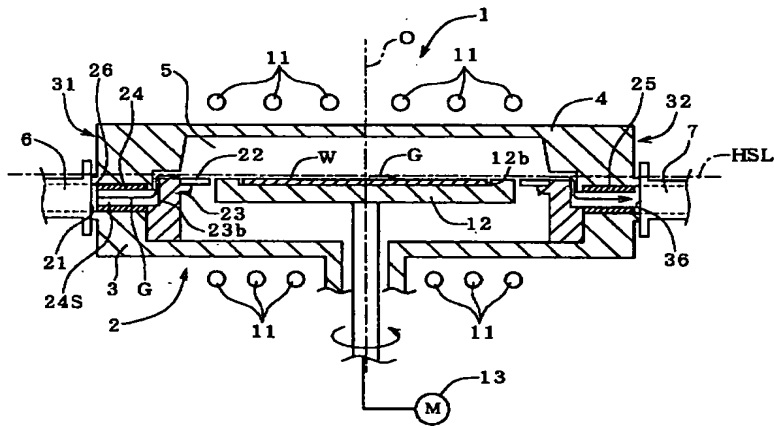
【符号の説明】

- 1 気相成長装置
- 2 反応容器本体
- 5 内部空間

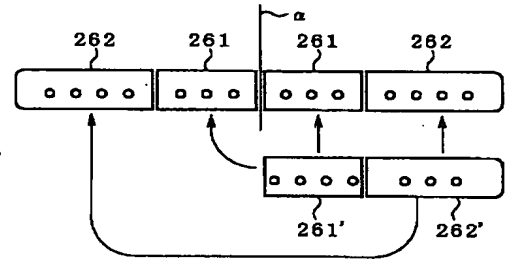
12 サセプタ  
 12a サセプタの上面  
 21 ガス導入口  
 23 堤部材  
 23a 堤部材の上面  
 24, 24R, 24L ガス案内材  
 26 バッフル  
 26a, 26b, 26c ガス流通孔  
 31 第一端部

\* 32 第二端部  
 36 ガス排出口  
 Seg 1, Seg 2 ガス流通孔セグメント  
 W 基板  
 G 原料ガス  
 O 回転軸線  
 HSL 水平基準線  
 WL 幅方向  
 \*  $\alpha$  基準平面

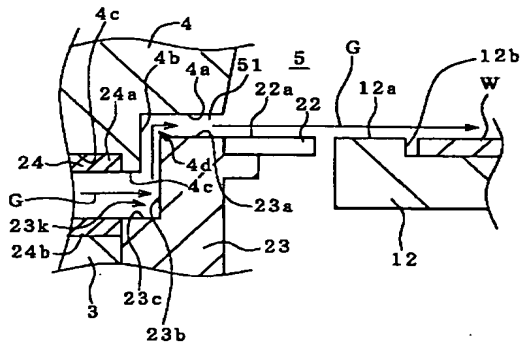
【図1】



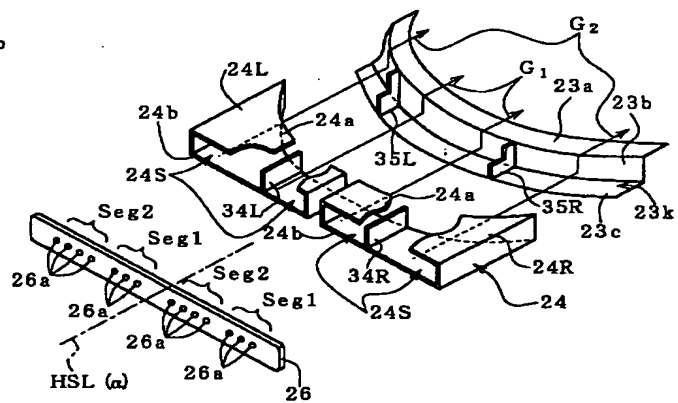
【図6】



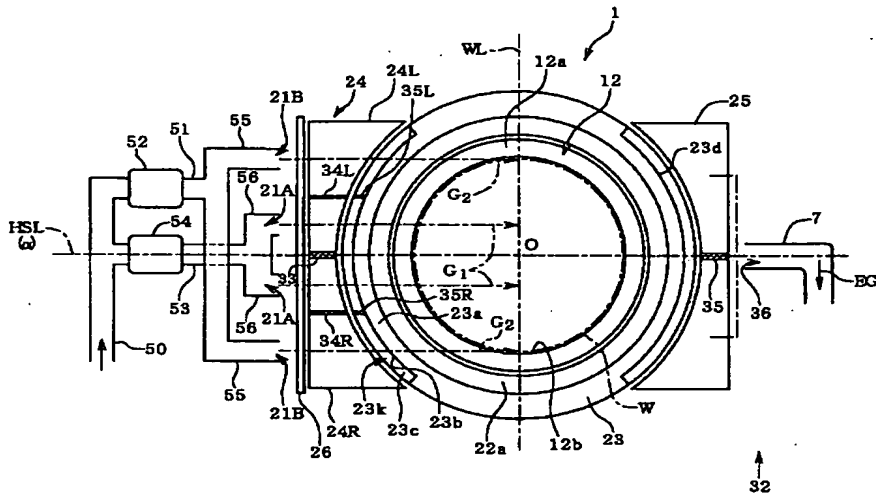
【図2】



【図4】

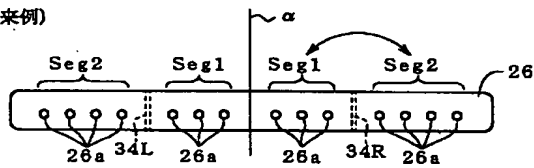


【図3】

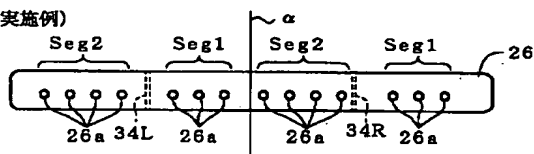


【図5】

(従来例)

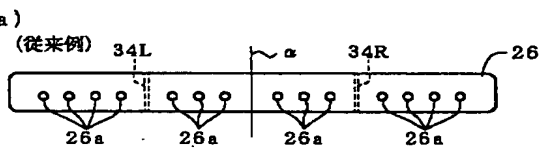


(本実施例)

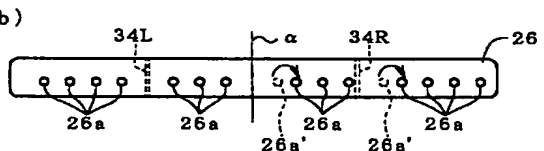


【図7】

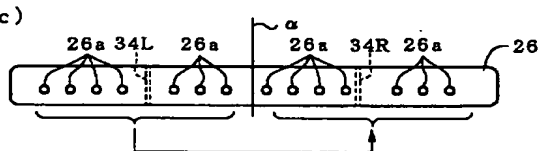
(a)



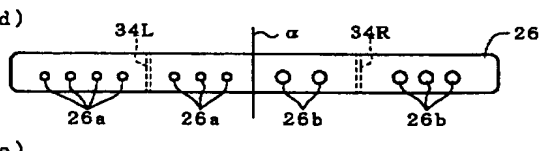
(b)



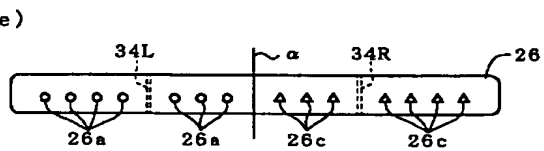
(c)



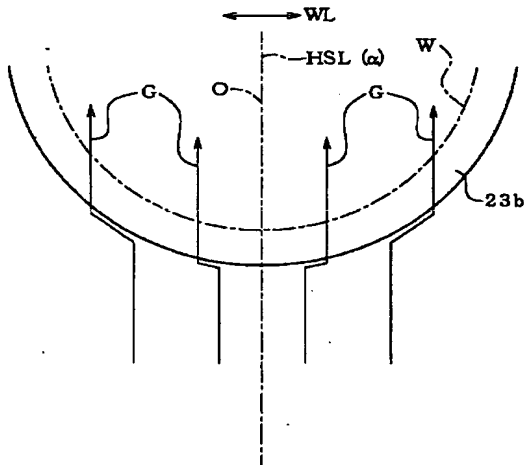
(d)



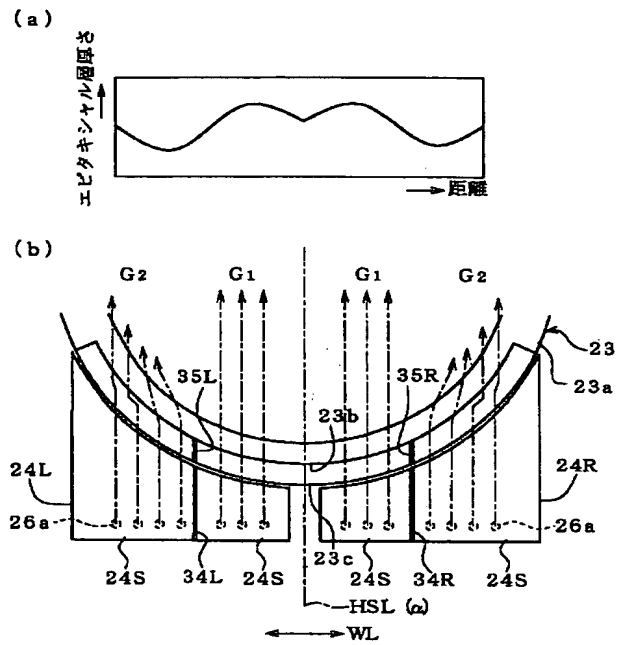
(e)



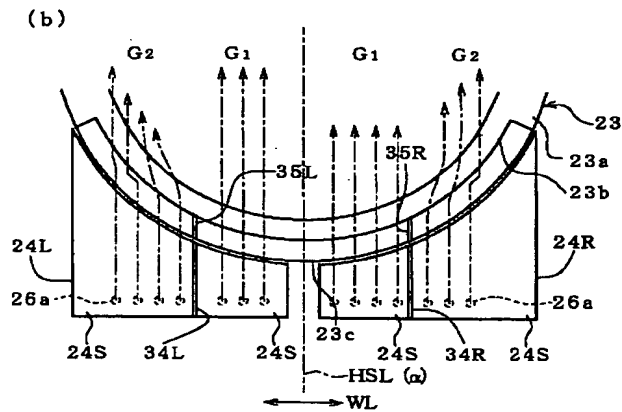
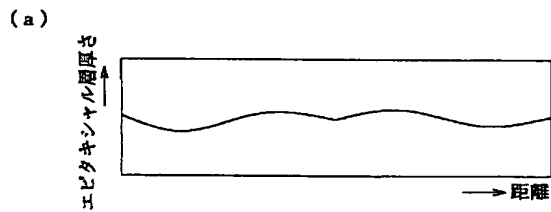
【図8】



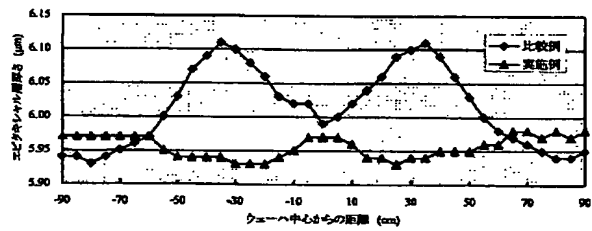
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 山田 透  
群馬県安中市磯部二丁目13番1号 信越半  
導体株式会社半導体磯部研究所内

F ターム(参考) 4G077 AA03 BA04 DB05 EG24 HA06  
TA04 TB04 TG07 TH10  
4K030 AA06 BA29 BB02 CA04 EA03  
FA10 LA15  
5F045 AA03 AB02 AC01 AC03 AC05  
AC15 AC16 AC19 AD15 AF03  
CA01 DP04 DQ10 DQ11 EE20  
EF14 HA02